

ELECTRODELESS DISCHARGE LAMP LIGHTING DEVICE

Patent Number: JP7057886
Publication date: 1995-03-03
Inventor(s): NAKANO TOMOYUKI; others: 02
Applicant(s): MATSUSHITA ELECTRIC WORKS LTD
Requested Patent: JP7057886
Application Number: JP19930201416 19930813
Priority Number(s):
IPC Classification: H05B41/24
EC Classification:
Equivalents:

Abstract

PURPOSE:To provide a stable light output having no flicker by setting the ON-time of a control signal for lighting an electrodeless discharge lamp longer than the time obtained by adding the time until the discharge lamp is lighted and the time until high frequency power is stabilized after lighting.

CONSTITUTION:The ON-time (lighting time for lighting an electrode less discharge lamp 7) of a dimming signal given from a control signal generator 9 to a dimming circuit 6 is set longer than the time obtained by adding the ignition starting time of the discharge lamp 7 and the time until the output of high frequency power is stabilized after lighting. Thus, the fluctuation of the ignition starting time is absorbed, and even in the state where the light output is throttled by time division control, a substantially fixed light output can be provided although it is slightly fluctuated every period. Namely, even when the duty ratio of time division at the flashing or dimming of the discharge lamp is small, the lower limit lighting time can be kept for a required time for lighting or more, the light output having no flicker can be consequently provided, and the dimming-allowable lower limit can be minimized.

Data supplied from the **esp@cenet** database - I2

THIS PAGE BLANK (USPTO)

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平7-57886

(43) 公開日 平成7年(1995)3月3日

(51) Int.Cl.⁶

H 0 5 B 41/24

識別記号

庁内整理番号

M 9249-3K

F I

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数15 O L (全 15 頁)

(21) 出願番号 特願平5-201416

(22) 出願日 平成5年(1993)8月13日

(71) 出願人 000005832

松下電工株式会社

大阪府門真市大字門真1048番地

(72) 発明者 中野 智之

大阪府門真市大字門真1048番地松下電工株式会社内

(72) 発明者 熊谷 祐二

大阪府門真市大字門真1048番地松下電工株式会社内

(72) 発明者 岡本 太志

大阪府門真市大字門真1048番地松下電工株式会社内

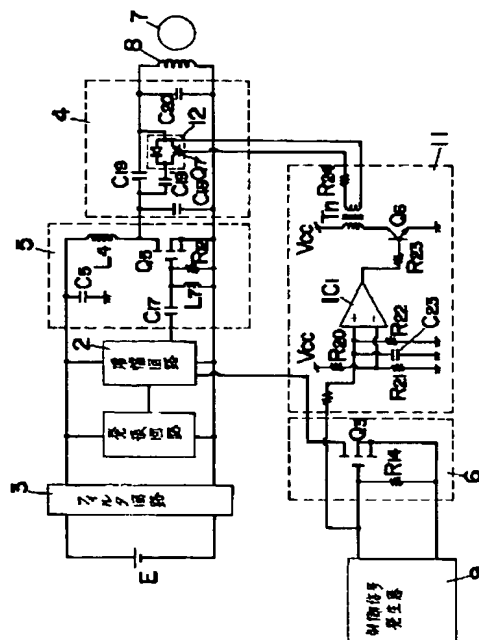
(74) 代理人 弁理士 石田 長七 (外2名)

(54) 【発明の名称】 無電極放電灯点灯装置

(57) 【要約】 (修正有)

【目的】 調光を下限方向に絞ったときに、ちらつきが発生せず、無電極放電灯を調光可能な下限値を小さくすることができる無電極放電灯点灯装置を提供する。

【構成】 高周波電力供給手段は直流電源Eの両端に接続される発振回路1と発信回路1の信号を受けて増幅された高波電力を出力する増幅回路2、5と無電極放電灯7と増幅回路2、5との間に設けられるマッチング回路及び光出力を小さくすることが可能になるように無負荷時のコイル電圧を高くした場合の損失を防ぐための出力電圧制御回路11、スイッチ回路から構成されている。フィルタ回路3は高周波が電源に帰還することを防いでいる。マッチング回路4は無電極放電灯7に効率よく高周波電力を伝達するようにインピーダンス整合を行っている。調光回路6はFETQ₃と放電抵抗R14からなりFETQ₃のゲートには制御信号発生器9から制御信号発生器9から制御信号が入力される。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 電源と、この電源からの電力供給を受け、高周波電力を出力する高周波電力供給手段と、この高周波電力供給手段の出力端間に接続される高周波電力供給用コイルと、ガラスバルブ内に不活性ガス、金属蒸気等の放電ガスを封入し、高周波電力供給用コイルに近接配置されて点灯する無電極放電灯と、高周波電力供給手段の出力を制御信号に応じて点滅或いは時分割に調光制御する制御手段とを備えた無電極放電灯点灯装置において、点滅或いは時分割調光を行う際、無電極放電灯を点灯させる制御信号のオン時間を、無電極放電灯が点灯に至るまでの時間と点灯後高周波電力供給手段の出力が安定に至るまでの時間とを加えた点灯所要時間より長く設定したことを特徴とする無電極放電灯点灯装置。

【請求項 2】 制御信号のオン時間が点灯所要時間より短くなる場合に、制御信号をオフする手段を備えたことを特徴とする請求項 1 記載の無電極放電灯点灯装置。

【請求項 3】 制御信号のオン時間が点灯所要時間より短くなる場合に、制御信号のオン時間を点灯所要時間以上に保つ手段を備えたことを特徴とする請求項 1 記載の無電極放電灯点灯装置。

【請求項 4】 制御信号のオン時間が点灯所要時間より短くなる場合に、制御信号のオン時間を点灯所要時間以上に保ち、オフ時間のみを長くして行く手段を備えたことを特徴とする請求項 1 記載の無電極放電灯点灯装置。

【請求項 5】 時分割調光を行う制御信号の周波数を、人間の視知覚の確認可能な点滅周波数より大きく、且つ点灯所要時間に 100 を乗じた値で下限調光比を割って得られた値を周波数とした場合の周波数より小さく設定したことを特徴とする請求項 1 記載の無電極放電灯点灯装置。

【請求項 6】 電源と、この電源からの電力供給を受け、高周波電力を出力する高周波電力供給手段と、この高周波電力供給手段の出力端間に接続される高周波電力供給用コイルと、ガラスバルブ内に不活性ガス、金属蒸気等の放電ガスを封入し、高周波電力供給用コイルに近接配置されて点灯する無電極放電灯と、高周波電力供給手段の出力を制御信号に応じて点滅或いは時分割に調光制御する制御手段とを備えた無電極放電灯点灯装置において、高周波電力供給用コイルに印加される電圧を、調光による出力が小さくなる程高周波電力供給用コイルに印加される電圧が大きくなるように高周波電力供給用コイルに印加する電圧を変化させる出力電圧制御手段を備えたことを特徴とする無電極放電灯点灯装置。

【請求項 7】 電源と、この電源からの電力供給を受け、高周波電力を出力する高周波電力供給手段と、この高周波電力供給手段の出力端間に接続される高周波電力供給用コイルと、ガラスバルブ内に不活性ガス、金属蒸気等の放電ガスを封入し、高周波電力供給用コイルに近接配置されて点灯する無電極放電灯と、高周波電力供給手段

の出力を制御信号に応じて点滅或いは時分割に調光制御する制御手段とを備えた無電極放電灯点灯装置において、電源投入直後から無電極放電灯が点灯する迄の点弧始動期間中高周波電力供給手段の入力電流を増大させ、点灯後効率のよい増幅手段で点灯維持する手段を備えたことを特徴とする無電極放電灯点灯装置。

【請求項 8】 増幅手段が E 級増幅回路で構成されたことを特徴とする請求項 7 記載の無電極放電灯点灯装置。

【請求項 9】 点弧始動期間中増幅手段の構成素子の少なくとも一つの定数を変化させることを特徴とする請求項 7 又は 8 記載の無電極放電灯点灯装置。

【請求項 10】 点弧始動期間中には増幅手段に設けた R F チョークと、増幅素子に並列接続されたコンデンサの定数を変化させることを特徴とする請求項 7 又は 8 又は 9 記載の無電極放電灯点灯装置。

【請求項 11】 点弧始動期間中には増幅手段に設けた R F チョークと、共振用コンデンサの定数を変化させることを特徴とする請求項 7 又は 8 又は 9 記載の無電極放電灯点灯装置。

【請求項 12】 点弧始動期間中には増幅手段に設けた R F チョークと、共振用インダクタンスの定数を変化させることを特徴とする請求項 7 又は 8 又は 9 記載の無電極放電灯点灯装置。

【請求項 13】 点弧始動期間中には増幅手段に設けた R F チョークのインピーダンスを小さくする方向に変化させることを特徴とする請求項 7 又は 8 又は 9 又は 10 又は 11 又は 12 記載の無電極放電灯点灯装置。

【請求項 14】 点弧始動期間中には C 級動作する増幅手段を動作させることを特徴とする請求項 7 又は 8 又は 9 記載の無電極放電灯点灯装置。

【請求項 15】 点弧始動期間を $400 \mu s$ 以下とすることを特徴とする請求項 7 又は 8 又は 9 又は 10 又は 11 又は 12 又は 13 又は 14 記載の無電極放電灯点灯装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、ガラスバルブ内に不活性ガス、金属蒸気等の放電ガスを封入した無電極放電灯に高周波電磁界を印加して無電極放電ランプを発行させる無電極放電灯点灯装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】 従来、無電極放電灯に高周波電磁界を印加して発行させるこの種の無電極放電灯点灯装置は、図 14 に示すように、直流電源 E と、この直流電源 E からの電力供給を受け、高周波電力を出力する高周波電力供給手段 A と、この高周波電力供給手段 A の出力端間に接続される高周波電力供給用コイル 8 と、この高周波電力供給用コイル 8 の近傍に配置され透明なガラスバルブ或いは内面に蛍光体が塗布された球状のガラスバルブ内に不活性ガス、金属蒸気等の放電ガス（例えば、水銀及び

稀ガス)を封入した無電極放電灯7とを備えて構成されている。

【0003】ここで高周波電力供給手段Aは直流電源Eの両端に接続される発振回路1と、直流電源Eの両端に接続され発振回路1の信号を受けて増幅された高周波電力を出力する増幅回路2、5と、無電極放電灯7と増幅回路2、5との間に設けられるマッチング回路4とから構成されている。増幅回路2は発振回路1の発振出力を増幅するプリアンプであり、増幅回路5はプリアンプの出力を更に高周波電力増幅するメインアンプを構成するものであり、プリアンプを構成する増幅回路2は図15に示すようにコンデンサ C_6 、 C_{16} 、抵抗 R_3 、 $R_8 \sim R_{10}$ 、コイル L_5 及びトランジスタ Q_4 からC級増幅回路を構成する。尚コイル L_5 、コンデンサ C_{17} により発振周波数に同調するようにしている。そしてメインアンプを構成する増幅回路5は、パワーMOSFET(以下FETと略す) Q_5 、コンデンサ C_5 、 C_{17} 、抵抗 R_{12} 、コイル L_4 、 L_7 からなる。コイル L_7 はFET Q_5 の入力キャパシタンスを打ち消す為に入れてあり、抵抗 R_{12} はFET Q_5 の入力インピーダンスを増幅回路2の出力と整合させるために入れてある。

【0004】フィルター回路3は、コイル L_3 、コンデンサ C_4 から構成され、高周波が電源に帰還することを防いでいる。マッチング回路4は、コンデンサ C_{18} 乃至 C_{20} 等から構成され、増幅回路5の出力と後段の無電極放電灯7及び高周波電力供給用コイル8との間に設けられ、両方のインピーダンスのマッチングを取り、反射を無くして無電極放電灯7に効率良く高周波電力を伝達するようにインピーダンス整合を行っているものである。

【0005】無電極放電灯7は、ガラスバルブ内に不活性ガス、金属蒸気等の放電ガスを封入したものであり、この外周近傍には数ターンの空心コイルである高周波電力供給用コイル8が巻回され、高周波電力を無電極放電灯7内の放電ガスに供給している。制御手段である調光回路6は、FET Q_3 と、ゲートに接続された放電抵抗 R_{14} からなり、FET Q_3 のドレインは、増幅回路2のトランジスタ Q_4 のベースに、ソースはグランドに接続されている。そしてFET Q_3 のゲートには制御信号発生器9から制御信号が入力されるようになっている。

【0006】以下動作状態を簡単に説明する。今、電源スイッチSWがオンして直流電源Eからの電源供給を受けると、発振回路1が発振を開始し、増幅回路2に発振回路1の信号が伝達されて増幅され、増幅回路5に増幅された信号が伝達されてさらに増幅される。この増幅回路5にて増幅された高周波電圧は、無電極放電灯7の球状の外周に沿って近接配置された高周波電力供給用コイル8に印加される。そして、高周波電力供給用コイル8に数MHzから数100MHzの高周波電流を流すことにより、高周波電力供給用コイル8に高周波電磁界を発生させ、無電極放電灯7に高周波電力を供給し、無電極

放電灯7内に高周波プラズマ電流を発生させて紫外線若しくは可視光を発生するようになっている。

【0007】次に制御信号が調光回路6に制御信号発生器9より入力された場合を説明する。まず”L”の制御信号が入力された場合には、先に説明した場合と同様となり、FET Q_3 のドレイン・ソース間はオープン状態となり、トランジスタ Q_4 のベースには発振回路1からの出力が正常に加わり、無電極放電灯7は点灯する。

【0008】次に”H”の制御信号が入力された場合には、FET Q_3 のゲートに十分高い電圧が印加されると、FET Q_3 のドレイン・ソース間はオン状態となり、その結果トランジスタ Q_4 のベースエミッタ間が短絡されベース電圧は0となり、増幅回路2での増幅が行われず、無電極放電灯7は消灯する。ここで、抵抗 R_8 乃至 R_{11} は、負荷変動の影響を小さくするために設けられている。

【0009】このように、制御信号の”H”レベル、”L”レベルの信号の比率を適当に設定して、無電極放電灯7を人間の視知覚の確認可能な点滅周波数より高く、つまり目にちらつき感を与えない程度の繰り返し周期で点灯させる時分割制御により、任意の調光特性が得られる。そして点滅周期を100Hz程度以上にすれば、所謂デューティ調光が可能となる。

【0010】このように調光方法として時分割制御を用いるのは無電極放電灯点灯装置の点滅応答性が優れているからである。しかし点滅応答性が優れているといっても、始動点灯に至る迄の時間が全くないわけでない(約0.1乃至0.4[msec]程度の時間が必要)。図16に無電極放電灯点灯装置における調光時の点灯状態を示す。

【0011】同図(a)は制御信号を、同図(b)は無電極放電灯7が調光点灯中の高周波電力供給用コイル8の両端電圧を、同図(c)は直流電源Eから高周波電力供給手段Aの入力電流である。時刻 t_1 において、制御信号が”L”になると、FET Q_3 がオフして、高周波電力供給用コイル8に高周波電力が供給され、始動点灯するまでの期間 $t_1 - t_2$ (T_1)後に無電極放電灯7は点灯する。そして制御信号のオン期間(”L”期間)

(図16における $t_1 - t_3$ (T_a))を短くするほど調光レベルが大きく、光出力が小さくなるのである。

【0012】図17は始動点灯時の高周波電力供給手段Aへの直流入力電流波形と無電極放電灯7の光出力の波形を示す。高周波電力供給手段Aへの直流入力電流は図17(a)のように無電極放電灯7の未点灯時には大きな電流が流れ、点灯と同時にその電流は一定の電流へ振動しながら安定する。その時の光出力は図17(b)の様になる。無電極放電灯7が始動点灯に至る迄の点弧始動期間 T_1 は高周波電力供給手段Aを構成する各素子の温度特性や、その時の無電極放電灯7の始動のし易さや状態により多少の変動がある。図17(b)の T_2 は無

電極放電灯7の点灯後、高周波電力供給手段Aの出力が安定するまでの期間を示す。

【0013】

【発明が解決しようとする課題】ところで、図18(a)に示すように制御信号を限りなく、点灯時間(制御信号のオン期間)が短くなるように調整すると、無電極放電灯7が始動点灯に至る迄の点弧始動期間 T_1 の多少の変動により、図18(b)、(c)に示す入力電流、光出力には実線で示す点灯モードと破線で示す点灯モードとが現れることになる。

【0014】そこで上記のように時分割制御により調光或いは点滅する場合、時分割比を下限値に近付けて行くと、上記のような理由で図18中の実線の点灯モードと、破線の点灯モードが現れるため、結果としてちらつきに見え、そのため調光に限界が生じるという問題があった。ここで無電極放電灯7が無いとき(無負荷状態)における高周波電力供給用コイル8の両端電圧、即ち無負荷2次電圧とし、無負荷状態における点灯回路に流れる入力電流又はFET Q_5 の熱的ストレス(損失)及び図16に示す調光信号のオン期間 T_a /一周期 T_b ($t_1 - t_4$)(調光デューティ比とする)との相関を図19に示す。この図19の T_a/T_b の曲線は調光可能な限界値を示している。即ち T_a/T_b がこれ以上小さくなると、ちらつきが生じる点を示している。

【0015】図19において、無負荷2次電圧が高い程、調光可能な調光デューティ比 T_a/T_b を小さくでき、光出力を小さく絞ることが可能となる。逆に無負荷2次電圧を高く設定する程、無負荷時のFET Q_5 の損失が大きくなる欠点がある。また高周波電力供給手段Aに用いるメインアンプたる増幅回路5に図20に示すようにE級増幅回路を用いて高効率化を図った従来例も提案されている。このE級増幅回路は、直流電源Eに直列接続されたFET Q_5 と、直流電源Eから入力電流を一定にするためのRFチョーク L_5 と、FET Q_5 に並列接続されたコンデンサ C_{21} と、動作周波数付近に共振点を持つ共振用コイル L_6 、共振用コンデンサ C_{22} の直列回路とからなり、理想的なE級動作をした場合のFET Q_5 の両端電圧 V_{DS} 、FET Q_5 を流れる電流 I_D の波形は図21に示すようになる。E級動作の特徴はFET Q_5 の両端電圧 V_{DS} 、及び傾きが0になると同時に電流 I_D が流れ出すため、FET Q_5 がオフからオンに移る時のスイッチングロスが略0となる点にある。しかしRFチョーク L_5 が入力電流を略一定に保つために高周波(動作周波数以上)において十分大きなインピーダンスを持つように設計されているので、無電極放電灯7を点灯させる際、入力電流が図22に示すようになり、点弧始動期間 T_1 が数百 μs ~数msとなってしまう。このことは無電極放電灯7を時分割制御により調光を行う場合の調光レベルの下限を著しく制限してしまうということにつながる。図23(a)は125Hzの周波数(T

$b = 8ms$)の高周波出力用コイル8から出力される高周波電圧を示しており、このときの入力電流は図23

(b)に示すようになる。この制御信号のオン期間を小さくして調光を下限値に設定したときの入力電流は図23(c)に示すようになるが、上記のように点弧始動期間 T_1 が限定されてしまうと調光下限が制限されることになる。図の例では調光デューティ比 T_a/T_b は $1ms/8ms$ で12.5%が調光下限となっている。

【0016】尚図20では、プリアンプである増幅回路2、調光回路6、制御信号発生器10については説明を簡単にするために省略してある。本発明は上記の問題点に鑑みて為されたもので、請求項1乃至請求項5の発明の目的とするところは、調光を下限方向に絞った時にちらつきが発生せず、無電極放電灯を調光可能な下限値を小さくすることができる無電極放電灯点灯装置を提供するにある。

【0017】請求項6記載の発明の目的とするところは、調光可能な下限値を小さくすることが可能で、しかも高周波電力供給手段の増幅素子の損失を小さくした無電極放電灯点灯装置を提供するにある。請求項7記載乃至15の発明の目的とするところは、点弧始動期間を短くすることができ、調光可能な下限値を小さくすることができる無電極放電灯点灯装置を提供するにある。

【0018】

【課題を解決するための手段】上述の目的を達成するために、請求項1の発明では、電源と、この電源からの電力供給を受け、高周波電力を出力する高周波電力供給手段と、この高周波電力供給手段の出力端間に接続される高周波電力供給用コイルと、ガラスバルブ内に不活性ガス、金属蒸気等の放電ガスを封入し、高周波電力供給用コイルに近接配置されて点灯する無電極放電灯と、高周波電力供給手段の出力を制御信号に応じて点滅或いは時分割に調光制御する制御手段とを備えた無電極放電灯点灯装置において、点滅或いは時分割調光を行う際、無電極放電灯を点灯させる制御信号のオン時間を、無電極放電灯が点灯に至るまでの時間と点灯後高周波電力供給手段の出力が安定に至るまでの時間とを加えた点灯所要時間より長くするものである。

【0019】請求項2は、請求項1の発明の実施態様であって、制御信号のオン時間が点灯所要時間より短くなる場合に、制御信号をオフする手段を備えたものである。請求項3は、請求項1の発明の実施態様であって、制御信号のオン時間が点灯所要時間より短くなる場合に、制御信号のオン時間を点灯所要時間以上に保つ手段を備えたものである。

【0020】請求項4の発明は、請求項1の発明の実施態様であって、制御信号のオン時間が点灯所要時間より短くなる場合に、制御信号のオン時間を点灯所要時間以上に保ち、オフ時間のみを長くして行く手段を備えたものである。請求項5の発明は、請求項1の発明の実施態

7

様であって、時分割調光を行う制御信号の周波数を、人間の視知覚の確認可能な点滅周波数より大きく、且つ点灯所要時間に100を乗じた値で下限調光比を割って得られた値を周波数とした場合の周波数より小さく設定したものである。

【0021】請求項6の発明では、電源と、この電源からの電力供給を受け、高周波電力を出力する高周波電力供給手段と、この高周波電力供給手段の出力端間に接続される高周波電力供給用コイルと、ガラスパルプ内に不活性ガス、金属蒸気等の放電ガスを封入し、高周波電力供給用コイルに近接配置されて点灯する無電極放電灯と、高周波電力供給手段の出力を制御信号に応じて点滅或いは時分割に調光制御する制御手段とを備えた無電極放電灯点灯装置において、高周波電力供給用コイルに印加される電圧を、調光による出力が小さくなる程高周波電力供給用コイルに印加される電圧が大きくなるように高周波電力供給用コイルに印加する電圧を変化させる出力電圧制御手段を備えたものである。

【0022】請求項7の発明では、電源と、この電源からの電力供給を受け、高周波電力を出力する高周波電力供給手段と、この高周波電力供給手段の出力端間に接続される高周波電力供給用コイルと、ガラスパルプ内に不活性ガス、金属蒸気等の放電ガスを封入し、高周波電力供給用コイルに近接配置されて点灯する無電極放電灯と、高周波電力供給手段の出力を制御信号に応じて点滅或いは時分割に調光制御する制御手段とを備えた無電極放電灯点灯装置において、電源投入直後から無電極放電灯が点灯する迄の点弧始動期間中高周波電力供給手段の入力電流を増大させ、点灯後効率のよい増幅手段で点灯維持する手段を備えたものである。

【0023】請求項8の発明は、請求項7の発明の実施態様であって、増幅手段がE級増幅回路で構成されたものである。請求項9の発明は、請求項7又は8の発明の実施態様であって、点弧始動期間中増幅手段の構成素子の少なくとも一つの定数を変化させるものである。請求項10の発明は、請求項7又は8又は9の発明の実施態様であって、点弧始動期間中には増幅手段に設けたRFチョークと、増幅素子に並列接続されたコンデンサの定数を変化させるものである。

【0024】請求項11の発明は、請求項請求項7又は8又は9の発明の実施態様であって、点弧始動期間中には増幅手段に設けたRFチョークと、共振用コンデンサの定数を変化させるものである。請求項12の発明は、請求項請求項7又は8又は9の発明の実施態様であって、点弧始動期間中には増幅手段に設けたRFチョークと、共振用インダクタンスの定数を変化させるものである。

【0025】請求項13の発明は、請求項請求項7又は8又は9又は10又は11又は12の発明の実施態様であって、点弧始動期間中には増幅手段に設けたRFチョ

8

ークのインピーダンスを小さくする方向に変化させるものである。請求項14の発明は、請求項請求項7又は8又は9の発明の実施態様であって、点弧始動期間中にはC級動作する増幅手段を動作させるものである。

【0026】請求項15の発明は、請求項7又は8又は9又は10又は11又は12又は13又は14の発明の実施態様であって、点弧始動期間を400 μ s以下とするものである。

【0027】

10 【作用】請求項1乃至請求項5の発明によれば、時分割制御により無電極放電灯を点滅或いは調光する際の時分割のデューティ比が小さくても、その下限の点灯時間を点灯所要時間以上に保つことができ、その結果ちらつきの起きない安定な光出力が得られる制御ができ、結果調光可能な下限を小さくすることができる。

【0028】請求項6の発明によれば、高周波電力供給用コイルに印加される電圧を、調光による出力が小さくなる程高周波電力供給用コイルに印加される電圧が大きくなるように高周波電力供給用コイルに印加する電圧を変化させる出力電圧制御手段を備えたので、調光の下限値を小さくすることができ、また高周波電力供給手段の増幅手段の素子の損失を小さくすることができる。

【0029】請求項7乃至15の発明によれば、電源投入直後から無電極放電灯が点灯する迄の点弧始動期間中高周波電力供給手段の入力電流を増大させ、点灯後効率のよい増幅手段で点灯維持する手段を備えたので、点弧始動期間を短くすることができる。

【0030】

30 【実施例】以下、本発明の実施例を図面を参照して説明する。

(実施例1) 本実施例は、請求項1の発明に対応する実施例であり、実施例回路は図14、図15と基本的に同じ回路を用いるため、回路構成についての図示及び説明は省略し、以下の説明に用いる構成要素の番号及び記号は図14、15を参照する。

【0031】而して本実施例では、調光回路6に制御信号発生器9から与える調光信号のオン時間 T_a （無電極放電灯7を点灯させる点灯時間）を図17中の無電極放電灯7が点灯に至るまでの時間（点弧始動期間 T_i ）

40 と、無電極放電灯7が点灯してから高周波電力供給手段Aの出力が安定に至るまでの時間 T_2 （実際には0.1ms～5ms程度）を加えた時間（以下点灯所要時間 T と称する）より長く設定するのである。従って図1(a)に示す最低点灯時間（調光信号のオン時間 T_a ）を上記点灯所要時間 T とすることにより、点弧始動期間 T_i の変動は吸収され、時分割制御によって光出力を絞った状態のときも、直流入力電流波形は図1(b)に示すようになり、毎周期多少の変動はあるが略一定の光出力が図1(c)に示すように得られ、ちらつきの起こらない無電極放電灯点灯装置が得られることになる。

【0032】つまり時分割制御による調光を行う場合は点灯所要時間 T_0 により制御信号のデューティの下限が図2に示すように決まることになる。

(実施例2) 本実施例は、時分割制御により調光する場合、制御信号発生器9の制御信号のオン時間 T_a が前記点灯所要時間 T_0 と等しく成るデューティ(以下下限デューティと称する)より小さくなる場合に対処したもので、図3に示すように制御信号発生器9と、無電極放電灯点灯装置の調光回路6との間に制御信号変換器10を挿入してある。この制御信号変換器10は制御信号発生器9の制御信号のオン時間 T_a が前記点灯所要時間 T_0 と等しく成るデューティ(以下下限デューティ X と称する)より小さくなる場合、図4の破線aのようにデューティを交換し、制御信号のオン時間 T_a が点灯所要時間 T_0 より短くなるのを防ぐ。図4の破線bは下限デューティ X を下回る制御信号が制御信号発生器9より入力した際に、制御信号変換器2の出力は0になる。つまり消灯させる動きを行う場合を示す。

【0033】(実施例3) 無電極放電灯点灯装置を時分割調光するとき制御信号のデューティを小さくしていくと、図5(a)に示すように点灯所要時間 T_0 に対応する前記下限デューティ X に到達する。本実施例では、この下限デューティ X 以下に調光を絞る場合、図5(b)に示すように制御信号のオフ時間だけを長くするように働く制御信号変換器2を設けたもので、この働きにより下限デューティ X 以下の調光を行うことができるのである。尚本実施例の構成は実施例2の構成に準ずる。

【0034】ところで、無電極放電灯点灯装置を時分割制御する場合、その時分割の周波数の下限は人間の視知覚の確認可能なフリッカー周波数(様々な周囲の条件・光源によって異なる)によって決まる。また上限は欲する下限の調光比と上記点灯所要時間 T_0 の関係により制約される。従って、点滅周波数(時分割の制御信号の周波数)を人間の視知覚の確認可能なフリッカー周波数より高くし、且つ(欲する下限調光比(%))/(点灯所要時間 $T_0 \times 100$ (%)) Hzより低い周波数に設定することによりちらつきのない無電極放電灯点灯装置を実現することもできる。

【0035】(実施例4) 本実施例は光出力を小さくすることが可能になるように無負荷時のコイル電圧を高くした場合の損失を防ぐために図6に示すように出力電圧制御回路11及びスイッチ回路12を図15の回路に追加したものである。ここで出力電圧制御回路11は、コンパレータ IC_1 と、電源電圧 V_{cc} を分圧する抵抗 R_{20} と抵抗 R_{21} との直列回路と、制御信号を分圧する抵抗 R_{23} と抵抗 R_{22} との直列回路と、制御信号を平滑するコンデンサ C_{23} と、コンパレータ IC_1 と、コンパレータ IC_1 の出力により抵抗 R_{23} を介して駆動されるトランジスタ Q_6 と、このトランジスタ Q_6 を介して1次巻線に電源電圧 V_{cc} が印加されるトランス Tr_1 とで構成

される。又スイッチ回路12はマッチング回路4のコンデンサ C_{19} に並列にコンデンサ C_{19}' を介してトランジスタ Q_7 を並列に接続したものであり、このトランジスタ Q_7 のベース・エミッタ間は上記トランス Tr_1 の2次巻線に抵抗 R_{24} を介して接続される。尚トランジスタ Q_7 に並列に接続したダイオードは別に無くても良い。

【0036】次に図7、図8を用いて本実施例の動作を説明する。まず図7は無電極放電灯7を全点灯させた場合の各部の波形図であり、図8は無電極放電灯7を調光点灯させた場合の各部の波形図であり、図7(a)に示すように調光のための制御信号が" L " の場合にはFET Q_5 がオフし、図7(b)に示す休止期間の無い高周波電圧が高周波電力供給用コイル8に印加される。このときの直流電源Eから高周波電力供給手段Aへの入力電流は図7(c)に示すようになる。また制御信号が" L " であるため出力電圧制御回路11のコンパレータ IC_1 の非反転端子は零となる。このためコンパレータ IC_1 の出力端も零となり、トランジスタ Q_6 がオフする。従ってトランス Tr_1 にも2次出力が発生せず、スイッチ回路12がオフし、マッチング回路4はコンデンサ $C_{18} \sim C_{20}$ のみで構成される。

【0037】他方図8(a)に示すように調光の制御信号が調光回路6へ入力すると、FET Q_5 がオン、オフし、図8(b)に示す間欠的な高周波電圧が高周波電力供給用コイル8に印加され、無電極放電灯7は調光点灯される。このときの直流電源Eから高周波電力供給手段Aへの入力電流は図8(c)に示すようになる。出力電圧制御回路11のコンパレータ IC_1 は非反転入力端に制御信号のオンデューティに応じた所定の電圧が印加され、反転入力端に印加されている基準電圧 V_{ref} より非反転入力端の電圧が高くなると、出力を" H " とし、トランジスタ Q_6 をオンする。このオンによりトランス Tr_1 に2次出力が発生し、スイッチ回路12のトランジスタ Q_7 もオンし、このオンによりコンデンサ C_{19} にはコンデンサ C_{19}' が並列に接続されることになる。つまりマッチング回路4のインピーダンスが下がり、(マッチング回路4のQが上がり)、無電極放電灯7が接続されない無負荷時の高周波電力供給用コイル8の両端電圧 V_{02} が高くなる。ここで図7(d)に示す上記の全点灯の際の無負荷時の高周波電力供給用コイル8の両端電圧 V_{01} に比べて図8(d)に示すように調光点灯時の高周波電力供給用コイル8の両端電圧 V_{02} は高くなっている。

【0038】従って調光した時、無負荷2次電圧を高くすることによって、図19に示すように調光デューティ比 T_a/T_b を小さくすることが可能となり、結果光出力を絞ることができる。一方無負荷2次電圧を高くするとFET Q_5 の損失が大きくなるが、調光した場合、図8(d)に示すように間欠的に動作するため、FET Q_5 の損失は平均値的には小さくなる。本実施例の着眼点は

ここにあり、間欠的に発振周期を変えて調光する場合、無負荷時においても間欠的な発振となるため、2次電圧を上げても、FETQ₅の熱ストレス、つまり損失の平均値は小さいものとなる。

【0039】また調光デューティ比 T_a/T_b （又は調光レベル）が所定レベル以下になるとスイッチ回路12によってマッチング回路4のインピーダンスを切り換えるが、上記レベルの設定は出力電圧制御回路11の設計によって容易になる。

（実施例5）本実施例は図9に示すように出力電圧制御回路11によって制御されるスイッチ回路12とインダクタンス L_4' との直列回路をインダクタンス L_4 に並列接続した点で実施例4と相違する。

【0040】而して調光の制御信号の調光デューティ比 T_a/T_b を所定値より小さくすると、上述したように出力電圧制御回路11の出力が“H”となってスイッチ回路12のトランジスタ Q_7 がオンする。このトランジスタ Q_7 のオンにより、インダクタンス L_4 、 L_4' が並列に接続されることになってそのインピーダンスが下がり（又は増幅回路5のQが下がり、無電極放電灯7が接続されない無負荷時の高周波電力供給用コイル8の両端電圧が高くなる。つまり図6の回路と同様の効果を得ることができるのである。

【0041】尚実施例4、5において、ある調光デューティ比 T_a/T_b が所定値より小さくなると、スイッチ回路12によって、インダクタンス値又はコンデンサの容量を断続的に変化させているが、調光デューティ比 T_a/T_b によってスイッチ回路12のトランジスタ Q_7 を能動領域で動作させ、調光デューティ比 T_a/T_b に応じてインピーダンスを連続的に変化させることにより無負荷2次電圧を連続的に変化させる構成でも良い。

【0042】また実施例4、5では増幅回路5のインピーダンスを切り換える構成であったが、増幅回路5のFETQ₅のドライブ電圧を切り換える構成としてもよい。FETQ₅のドライブ電圧を大きくすると、出力電圧は大きくなり、ドライブ電圧を小さくすると、出力電圧は小さくなる。

（実施例6）本実施例は図10に示すように出力電圧制御回路11に設けたオペアンプIC₁'により、調光の制御信号のオンデューティに比例し、増幅した信号を出力するようにし、このオペアンプIC₁'の出力を増幅回路5のトランジスタQ₅'のベースに直列接続してあるスイッチ回路12'のトランジスタQ₇'のベースに与えるようにしてある。つまり調光信号のオンデューティが大きい程（調光する程）、オペアンプIC₁'の出力電圧が大きくなる。そのためスイッチ回路12'のトランジスタQ₇'のベース電流が大きくなって、トランジスタQ₅'のコレクタ・エミッタ間抵抗が小さくなる。このため増幅回路2からの信号が十分にトランジスタQ₅'のベースに供給され、トランジスタQ₅'のベースドライ

ブが大きくなり、その結果高周波電力供給用コイル8の両端電圧が高くなる。つまり図6の回路と同様な効果を得ることができるのである。

【0043】（実施例7）ところでE級増幅回路を増幅回路5に用いた場合の問題点は上述した通りであるが、本実施例ではこのE級増幅回路を増幅回路5に用いた場合の問題点を解消するようにしたものであり、増幅回路5の構成を図11に示すようにRFチョーク L_5 と並列に第2のRFチョークコイル L_5' とスイッチング素子 S_1 との直列回路を接続し、FETQ₅に並列接続されるコンデンサ C_{21} にコンデンサ C_{21}' とスイッチ素子 S_2 の直列回路を並列接続した点で、図20の回路と相違する。尚図HHと同様に説明を簡単にするために調光回路6、制御信号発生器9、プリアンプを構成する増幅回路2は省略してあるが、これら回路が設けられるのは言うまでもない。

【0044】而して本実施例では始動時にはスイッチング素子 S_1 をオン状態にする。そのためRFチョーク全体の定数は L_5 。単体の場合よりも小さくなり、結果インピーダンスが小さくなって入力電流の立ち上がり時間が短くなり、従って点弧始動期間 T_1 も短くなる。しかしRFチョークの値を小さくすると、入力電流のリップルが増加し、FETQ₅の電流 I_0 、電圧 V_{DS} の波形は図12に示すようになる。同図の電流 I_0 のスパイク電流はFETQ₅に過大なストレスを加え、FETQ₅の発熱、破壊を招く。そこでスイッチング素子 S_1 と同時にスイッチング素子 S_2 も同時にオンしておくこと、電流 I_0 の波形は図21のように補正され、FETQ₅に過大なストレスが加わることがない。

【0045】次に無電極放電灯7が点灯すると、スイッチング素子 S_1 、 S_2 をオフにして回路定数を基に戻し、E級増幅回路として効率良く点灯状態を維持する。尚本実施例ではRFチョークを、 L_5 、 L_5' の2つを設け、スイッチング素子 S_1 、 S_2 により切り換えて板が、この限りではなく、要するにRFチョークのインピーダンスを放電灯点灯までは小さく、点灯後は大きくするような手段であれば良い。

【0046】またFETQ₅の電流 I_0 の補正手段としてはコンデンサ C_{21}' に限らず、インダクタンス L_5 、コンデンサ C_{22} の定数を変化させてもよい。本実施例のように構成すれば点弧始動期間 T_1 と始動点灯後とで、E級増幅回路の定数を変化させることにより、点弧始動期間 T_1 を短くすることができる。

（実施例8）本実施例は、図13に示すようにE級増幅回路からなる増幅回路5に並列にC級増幅回路5'を設け、スイッチング素子 S_3 、 S_4 により夫々の増幅回路5、5'を切り換えるようにした点で図20の従来例と相違する。

【0047】本実施例では始動時はスイッチング素子 S_3 、 S_4 をC級増幅回路5'側に切り換える。つまりC

13

級増幅回路5'にはRFチョークのような大きなインピーダンスを持った素子がないため、電源投入直後から無電極放電灯7を点灯させるのに十分な入力電流が流れ、従って点弧始動期間 T_1 を非常に短くすることができる。次に無電極放電灯7が点灯するとスイッチング素子 S_1 、 S_2 をE級増幅回路5側に切り換えることにより効率良く点灯状態を維持する。

【0048】尚C級、E級の増幅回路は理論効率は最高100%であるが、実用上ではC級80%、E級90%程度である。従って点灯維持させるのはC級よりもE級の10 方が効率で有利である。ここで増幅回路5、5'の増幅用FETは共用しても良く、また回路定数の切り換えは各素子毎に行っても良い。

【0049】尚各実施例1~8では電源Eに直流電源を用いているが、交流電源をチョッパ回路により直流電源を得て、該直流電源を使用するようにしても良い。また点弧始動期間 T_1 を400 μ s(0.4ms)以下とすることが応答性に取って望ましいとは言うまでもない。

【0050】

【発明の効果】請求項1乃至請求項5の発明によれば、20 時分割制御により無電極放電灯を点滅或いは調光する際の時分割のデューティ比が小さくても、その下限の点灯時間を点灯所要時間以上に保つことができ、その結果ちらつきの起きない安定な光出力が得られる制御ができ、そのため調光可能な下限値をより小さくすることができるという効果がある。

【0051】請求項6の発明によれば、高周波電力供給用コイルに印加される電圧を、調光による出力が小さくなる程高周波電力供給用コイルに印加される電圧が大きくなるように高周波電力供給用コイルに印加する電圧を30 変化させる出力電圧制御手段を備えたので、調光可能な下限値をより小さくすることができ、また高周波電力供給手段の増幅手段の素子の損失を小さくすることができるという効果がある。

【0052】請求項7乃至15の発明によれば、電源投入直後から無電極放電灯が点灯する迄の点弧始動期間中高周波電力供給手段の入力電流を増大させ、点灯後効率のよい増幅手段で点灯維持する手段を備えたので、点弧

14

始動期間を短くすることができ、そのため調光可能な下限値をより小さくすることができるという効果がある。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施例1の動作説明用波形図である。

【図2】同上の制御信号のデューティと光出力の関係説明図である。

【図3】本発明の実施例2の要部のブロック図である。

【図4】同上の制御信号のデューティ変換の関係説明図である。

【図5】本発明の実施例3の動作説明用の波形図である。

【図6】本発明の実施例4の回路図である。

【図7】同上の全点灯時の各部の波形図である。

【図8】同上の調光点灯時の各部の波形図である。

【図9】本発明の実施例5の回路図である。

【図10】本発明の実施例6の回路図である。

【図11】本発明の実施例7の一部省略した回路図である。

【図12】同上の増幅回路5のFET Q_5 の電圧、電流の波形図である。

【図13】本発明の実施例8の一部省略した回路図である。

【図14】従来例の回路ブロック図である。

【図15】同上の回路図である。

【図16】同上の動作説明用波形図である。

【図17】同上の動作説明用波形図である。

【図18】同上の動作説明用波形図である。

【図19】同上の無負荷2次電圧と調光デューティ比の関係説明図である。

【図20】別の従来例の一部省略した回路図である。

【図21】同上の増幅回路5のFET Q_5 の電圧、電流の波形図である。

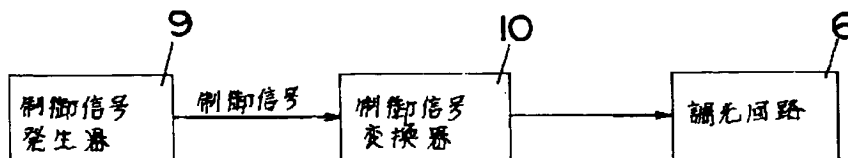
【図22】同上の入力電流の波形図である。

【図23】同上の各部の波形図である。

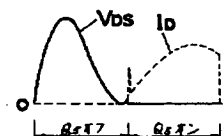
【符号の説明】

T_0 点灯所要時間

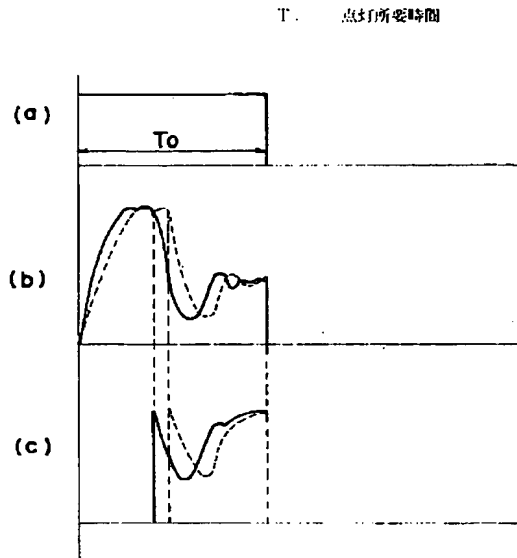
【図3】



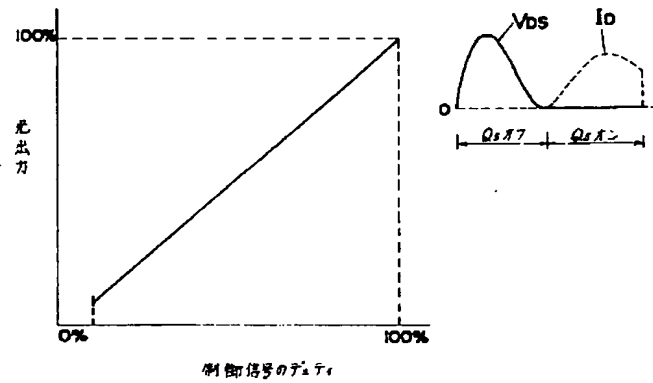
【図12】



【図1】

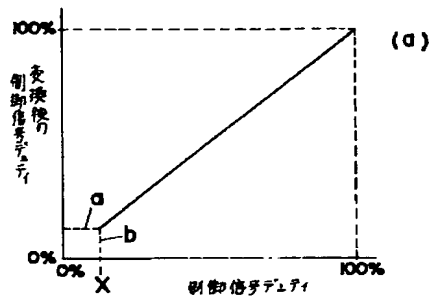


【図2】

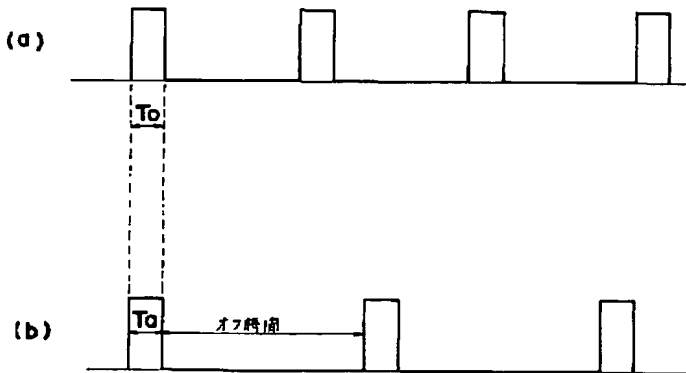


【図21】

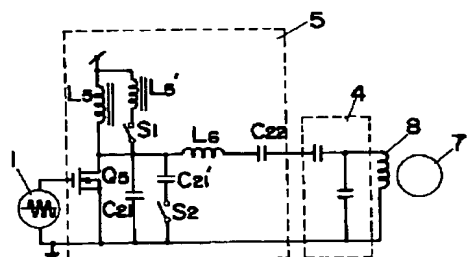
【図4】



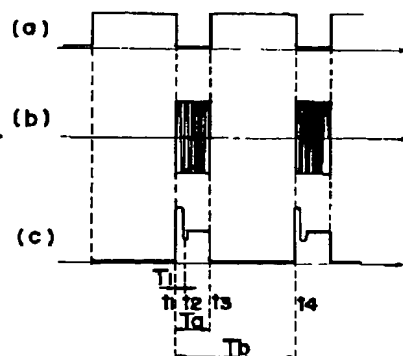
【図5】



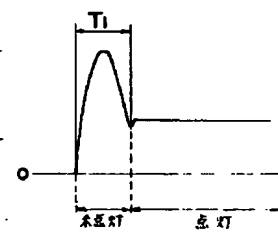
【図11】



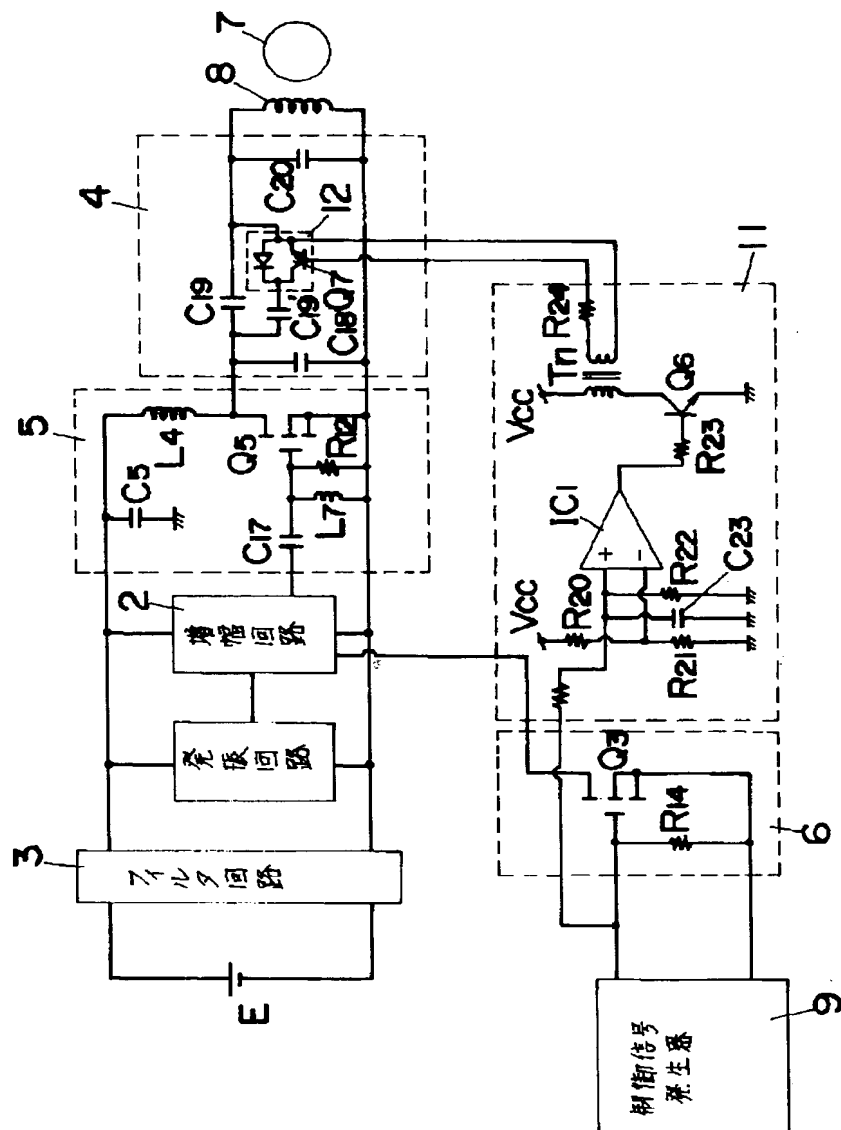
【図16】



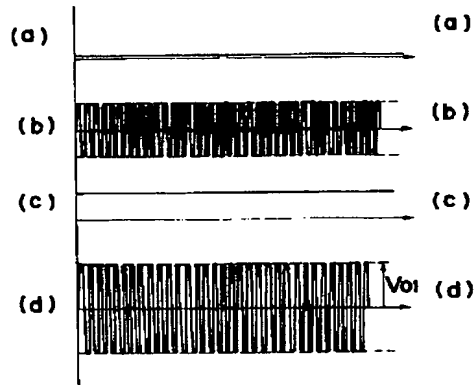
【図22】



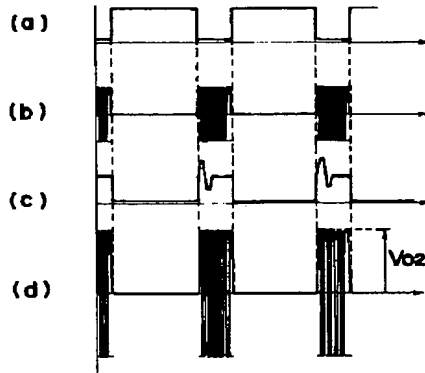
【図6】



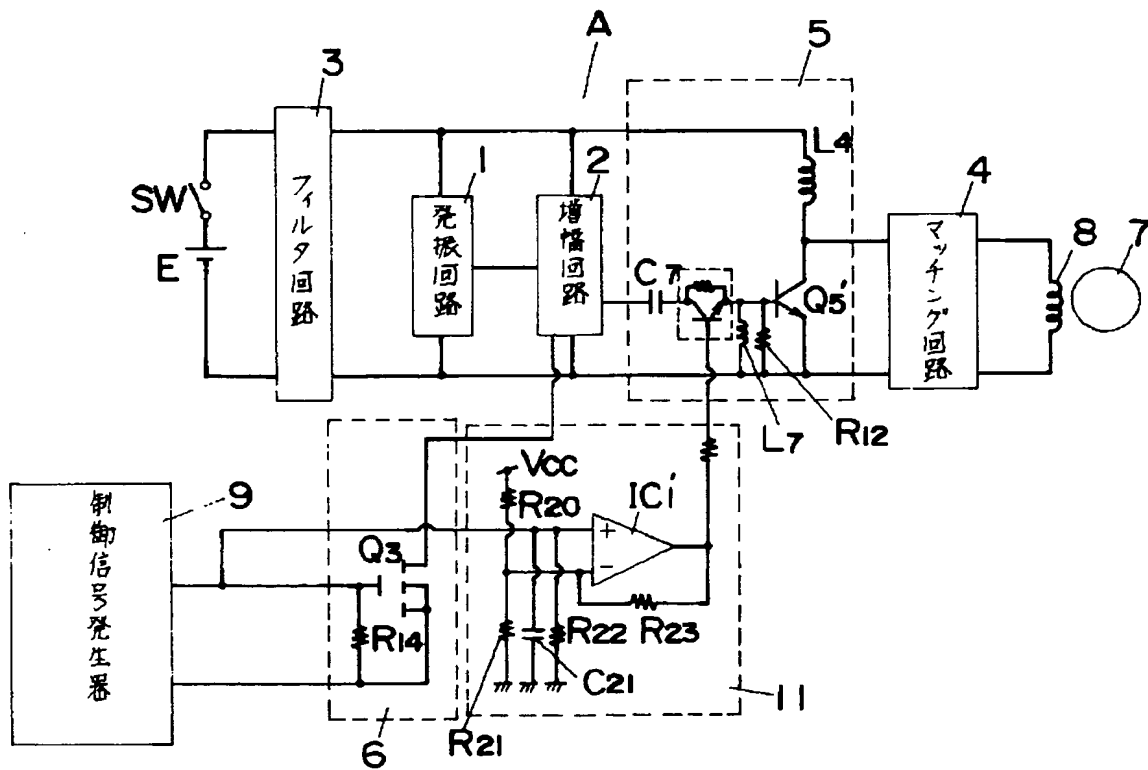
【図7】



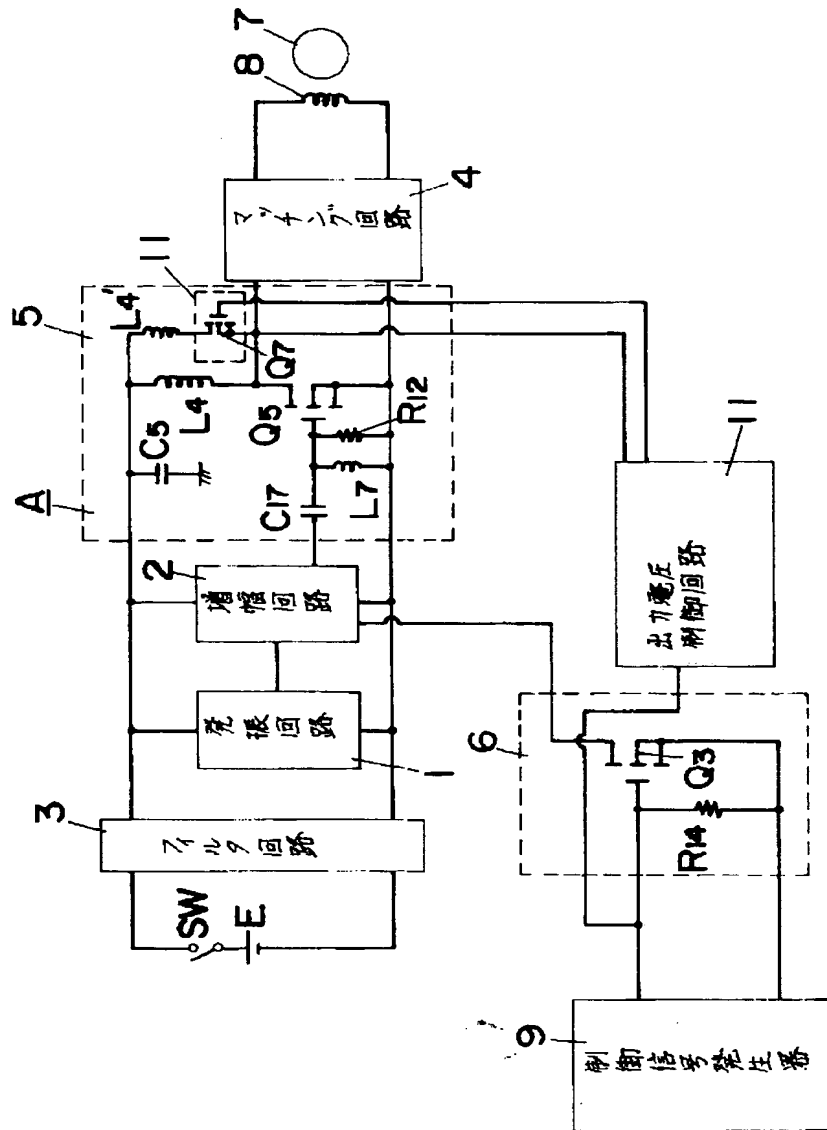
【図8】



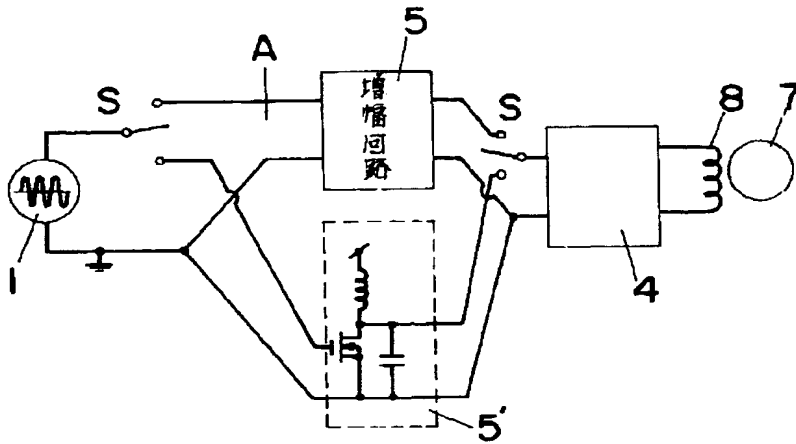
【図10】



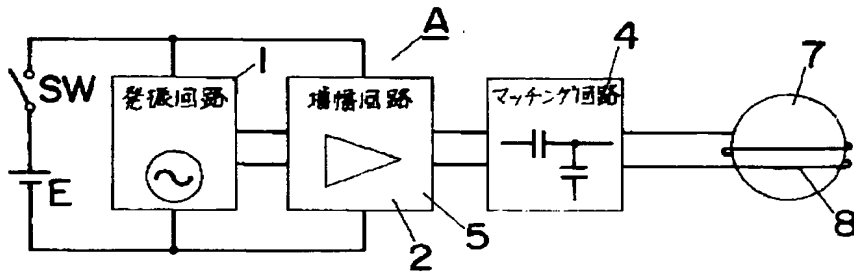
【図9】



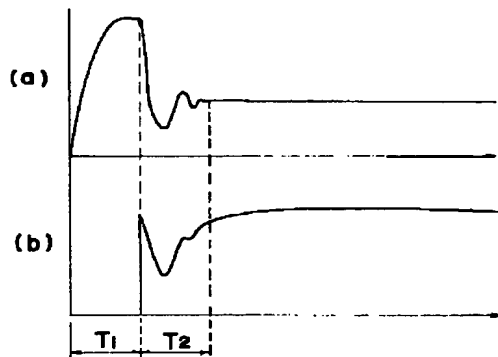
【図13】



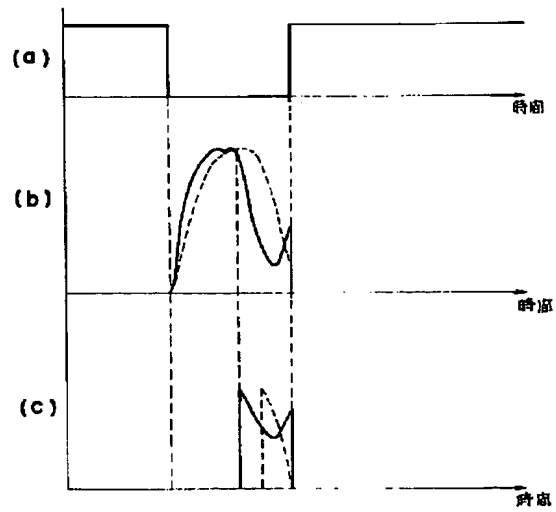
【図14】



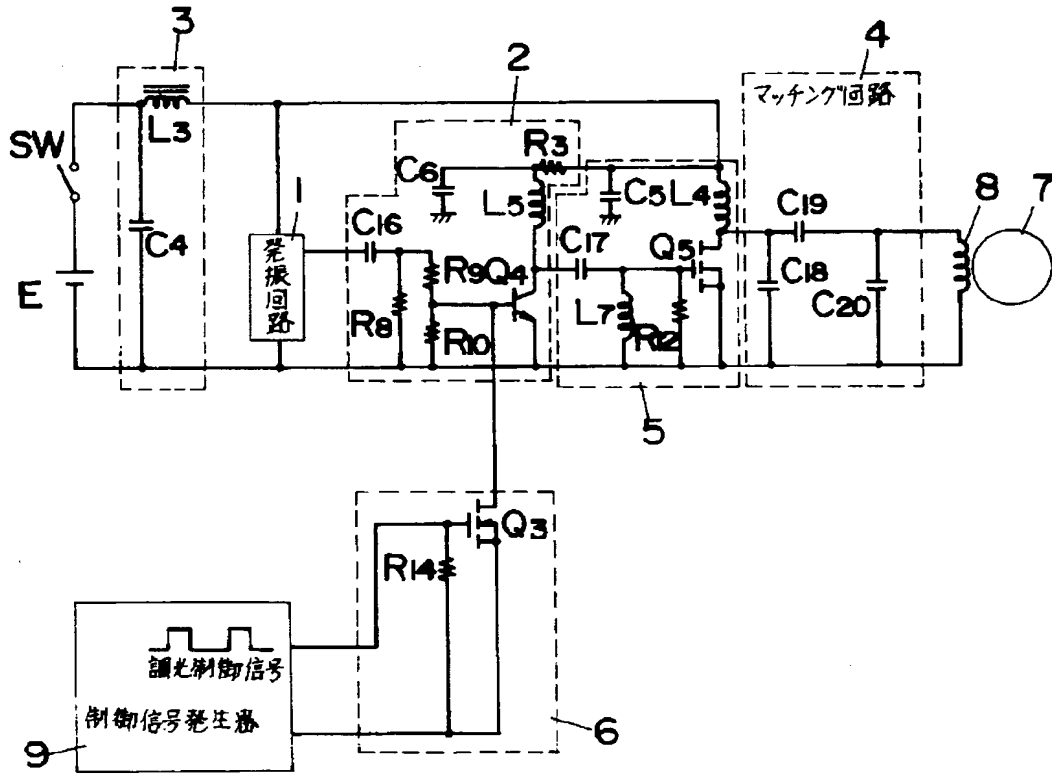
【図17】



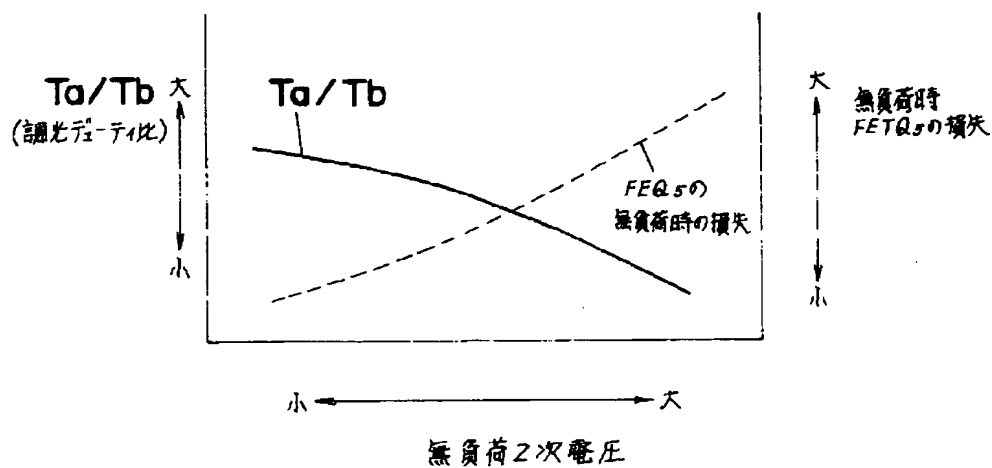
【図18】



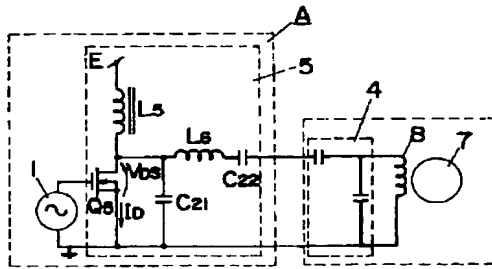
【図15】



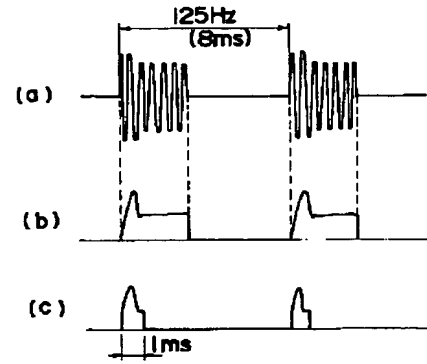
【図19】



【図20】



【図23】



THIS PAGE BLANK (USPTO)